

## SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK DAN UJI AKTIVITASNYA TERHADAP BAKTERI *E. coli* DAN *S. aureus*

Oleh: Tatang Wahyudi\*, Doni Sugiyana\*, Qomarudin Helmy\*\*

\*) Balai Besar Tekstil, \*\*) Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung  
Jl. A. Yani No. 390 Bandung Telp. 022.7206214-5 Fax. 022.7271288  
E-mail : texirdti@bdg-centrin.net.id

Tulisan diterima : Juni 2011 Selesai diperiksa : Juni 2011

### ABSTRAK

Pada penelitian ini dipelajari sintesis nanopartikel perak dan uji aktivitasnya sebagai anti-mikroba terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Nanopartikel perak disintesis melalui pembentukan larutan koloid perak dengan metode reduksi perak nitrat dengan zat pereduksi natrium borohidrida. Performa hasil sintesis larutan koloid nanopartikel perak dalam menghambat pertumbuhan mikroba dievaluasi melalui uji aktivitas terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Pada perbandingan molar  $\text{NaBH}_4/\text{AgNO}_3 = 1,2$  dan perbandingan berat Ag/asam poli akrilat (PAA) = 10,7, diperoleh diameter rata-rata nanopartikel perak sebesar 71,8 nm dengan nilai *polydispersity index* (PI) sebesar 0,293. Hasil sintesis larutan koloid nanopartikel memperlihatkan kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri, dan daya hambat terhadap *Staphylococcus aureus* ditemukan 30% lebih kuat dibanding terhadap bakteri *Escherichia coli*. Hasil uji aktivitas antimikroba secara kuantitatif menunjukkan bahwa persentase reduksi bakteri dapat mencapai hingga lebih dari 99%.

**Kata kunci:** nanopartikel; perak; tekstil; sifat antimikroba

### ABSTRACT

*Synthesis of silver nanoparticles and determination of its antimicrobial activity for Escherichia coli and Staphylococcus aureus were studied in this research. Silver nanoparticles were synthesized through the formation of silver colloidal solution by using chemical reduction method of silver nitrate with sodium borohydride as reducing agent. The performance of synthesized silver colloidal nanoparticles solution for inhibition of microbial growth was evaluated through antimicrobial activity test for Escherichia coli and Staphylococcus aureus. At molar ratio of  $\text{NaBH}_4/\text{AgNO}_3 = 1.2$  and weight ratio of Ag/poliacrylic acid (PAA) = 10.7, the average size of silver nanoparticles of 71.8 nm was obtained with polydispersity index (PI) by 0.293. The synthesized silver colloidal nanoparticles solution was shown capability for inhibition of bacterial growth, which the inhibition effect was found 30% fold stronger for Staphylococcus aureus than that of Escherichia coli. In the testing of antimicrobial activity quantitatively, the reduction percentage of bacteria achieved is more than 99 %.*

**Keywords:** nanoparticles; silver; textile; antimicrobial properties

### PENDAHULUAN

Kecenderungan riset dan studi di bidang nanoteknologi saat ini berkembang secara positif, yang antara lain memberikan kontribusi terhadap pengembangan berbagai material yang bersifat antimikroba. Penelitian yang telah dilakukan dalam rangka aplikasi nanoteknologi untuk menghasilkan produk antimikroba diantaranya dilakukan melalui rekayasa partikel logam dan oksida logam seperti perak (Ag), tembaga (Cu),  $\text{TiO}_2$ , ZnO, dan MgO berukuran dalam skala nanometer untuk kemudian diaplikasikan pada proses berbagai produk lain yang bersifat antimikroba seperti tekstil, pulp, keramik dan sebagainya [1,2].

Dalam inovasi produk tekstil lanjutan pada bidang aplikasi tertentu, sifat antimikroba ditujukan untuk mengurangi percepatan kerusakan pada bahan tekstil itu sendiri dan melindungi pemakai dari efek negatif mikroba. Pertumbuhan mikroba pada kain tekstil diduga dapat menimbulkan penurunan

kekuatan mekanik, kerusakan warna kain, timbulnya noda dan bau akibat keringat [3].

Dilaporkan bahwa kebutuhan tekstil antimikroba dunia pada tahun 2000 mencapai 100.000 ton dimana sebanyak 30.000 ton merupakan kebutuhan pasar Uni Eropa. Kebutuhan pasar untuk Uni Eropa diperkirakan naik sekitar 15% setiap tahunnya selama periode tahun 2001-2005. Nanopartikel logam memiliki aktivitas antimikroba, sehubungan dengan kemampuannya dalam berikatan dengan molekul protein pada sel mikroba sehingga mengganggu aktivitas metabolisme mikroba dan selanjutnya mampu mematikan mikroba. Diantara logam-logam tersebut, perak merupakan logam yang umum digunakan, karena sifatnya yang tidak toksik terhadap kulit manusia [4].

Banyak teknik yang dapat digunakan dalam memproduksi nanopartikel perak seperti cara reduksi kimia, fotokimia, sonokimia dan lain-lain [5]. Akan tetapi cara yang sangat populer karena alasan faktor kemudahan, biaya yang relatif murah serta

kemungkinannya untuk diproduksi dalam skala besar adalah dengan cara reduksi kimia. Berbagai zat pereduksi dapat digunakan mulai dari yang bersifat lemah (contoh glukosa), reduktor yang bersifat medium (contoh formaldehida), hingga yang bersifat kuat (hidrazin dan natrium borohidrida). Satu hal yang penting diperhatikan adalah bagaimana upaya untuk menstabilkan partikel koloid nanopartikel perak yang terbentuk agar tidak mengalami proses aglomerasi. Zat yang umum digunakan untuk dijadikan sebagai zat penstabil koloid nanopartikel perak adalah polivinilpirolidon (PVP)[6].

Dengan alasan yang telah disebutkan di atas, maka pada penelitian ini dilakukan sintesis larutan koloid nanopartikel perak dengan cara reduksi kimia. Sebagai prekursor perak digunakan perak nitrat sedangkan sebagai zat pereduksinya digunakan natrium borohidrida. Sebagai zat penstabil larutan koloid nanopartikel perak yang dihasilkan, digunakan asam poli akrilat (PAA). Proses karakterisasi terhadap nanopartikel perak yang dihasilkan dilakukan dengan menggunakan alat *scanning electron microscope* (SEM), alat *particle size analyser* (PSA), serta spektrofotometer uv-vis. Larutan koloid nanopartikel perak selanjutnya diuji aktivitas antimikroba terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Pengujian dan evaluasi sifat antimikroba dari nanopartikel perak yang dibuat dalam penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data aktivitas antimikroba dan mengevaluasi potensi nanopartikel perak, sehingga di masa yang akan datang dapat diaplikasikan pada pembuatan produk tekstil anti mikroba.

## METODOLOGI

### Bahan dan peralatan

Bahan-bahan kimia utama yang digunakan berkualitas p.a. meliputi perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) sebagai prekursor perak, natrium borohidrida ( $\text{NaBH}_4$ ) sebagai pereduksi, asam poli akrilat (PAA) dan polivinil pirolidon (PVP) sebagai zat penstabil larutan koloid nanopartikel perak, serta bahan kimia utama untuk uji mikrobiologi yaitu agar dan pepton.

Adapun peralatan utama yang digunakan untuk pengerjaan karakterisasi nanopartikel perak adalah *scanning electron microscope* (SEM) merk JEOL- JSM 6360 LA, *particle size analyser* (PSA) merk Beckman Coulter Delsa Nano Series dan spektrofotometer UV-Vis merk Perkin Elmer, Lambda 35.

### Prosedur

#### Persiapan

Larutan yang dipersiapkan dalam penelitian ini adalah: larutan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) 0,01 M, larutan natrium borohidrida ( $\text{NaBH}_4$ ) 0,002 M, larutan asam poliakrilat (PAA) 1 % dan larutan polivinil pirolidon (PVP) 17%. Pembuatan media uji antimikroba (larutan *nutrien agar*/NA) disiapkan dengan cara melarutkan 23 gram *nutrien agar* ke dalam 1 liter larutan buffer fosfat pH 7. Larutan NA

dimasukkan ke dalam cawan petri sebanyak 15 ml, setelah dingin kemudian dibungkus dengan kertas dan disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit.

### Sintesis nanopartikel perak

Pembuatan nanopartikel perak dilakukan dengan metode reduksi dengan cara mereaksikan 5 ml larutan  $\text{AgNO}_3$  0,01M dengan larutan natrium tetrahidroborat ( $\text{NaBH}_4$ ) 0,002M. Jumlah mL  $\text{NaBH}_4$  divariasikan berkisar 10 - 95 ml. Sebagai zat penstabil digunakan poliasam akrilat (PAA) 1 % dengan rentang variasi yang dilakukan adalah 0,05 - 0,2 ml, sedangkan untuk polivinilpirolidon (PVP) 17 % (rentang variasi 0,05-0,25 ml). Proses penambahan larutan  $\text{AgNO}_3$  ke dalam larutan reduktor yang telah ditambahkan zat penstabil dilakukan secara bertahap tetes demi tetes melalui buret sambil terus diaduk menggunakan pengaduk magnet. Pembentukan nanopartikel perak dapat diamati secara visual tampak larutan berwarna kuning hingga kemerahan.

### Pengujian aktivitas antimikroba

Uji aktivitas nanopartikel perak dilakukan mengikuti standard AATCC 147-1998 dan AATCC 100-1999. Jenis bakteri yang digunakan adalah *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Pengujian aktivitas antimikroba secara kualitatif atau uji daya hambat mikroba, dilakukan dengan cara membuat serangkaian pengenceran senyawa uji (larutan induk koloid nanopartikel perak hasil sintesis) dengan variasi pengenceran 25%, 50% dan 100%. Kontrol dilakukan terhadap media pereaksi senyawa uji. Uji daya hambat dilakukan dengan membasahi cakram kertas steril dengan larutan nano perak hasil pengenceran, kemudian diletakkan pada cawan petri yang berisi bakteri uji *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* yang ditumbuhkan pada media NA. Daya hambat material uji diketahui dengan mengukur lebar zona bening di sekitar kertas cakram (dalam milimeter), sedangkan penentuan aktivitas antimikroba secara kuantitatif dilakukan dengan cara menghitung persentase reduksi biakan bakteri.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sintesis Larutan Koloid Nanopartikel Perak

Sintesis larutan koloid nanopartikel perak yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan cara menambahkan tetes demi tetes larutan  $\text{AgNO}_3$  ke dalam larutan  $\text{NaBH}_4$  yang sebelumnya telah ditambahkan zat penstabil asam poli akrilat/polivinilpirolidon pada temperatur kamar. Reaksi kimia yang terjadi adalah sebagai berikut :

$$\text{Ag}^+ + \text{NaBH}_4 \rightarrow \text{Ag} + \frac{1}{2} \text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{B}_2\text{H}_6 + \text{Na}^+$$

Reaksi yang terjadi setelah dua tetes pertama perak nitrat dengan larutan natrium borohidrida adalah pembentukan partikel endapan warna hitam yang kemudian diikuti dengan perubahan warna larutan secara bertahap menjadi kuning hingga kuning kemerahan. Pembentukan

warna hitam adalah inti (*nuclei*) yang merupakan nanopartikel perak terkecil yang kemudian mengalami aglomerasi menjadi partikel yang berukuran lebih besar hingga mencapai ukuran partikel yang stabil karena adanya zat penstabil [7,8]. Hasil sintesis larutan koloid nanopartikel perak ditunjukkan pada Gambar 1.

Pada Gambar 1 tampak bahwa warna larutan secara berurutan dari sebelah kanan menuju sebelah kiri menjadi semakin pekat. Larutan paling kanan merupakan hasil reaksi menggunakan variasi jumlah larutan reduktor paling kecil dan semakin ke kiri jumlah larutan reduktor semakin ditingkatkan sehingga reaksinya relatif mendekati stokiometris. Larutan paling kiri merupakan hasil reaksi antara ion perak dengan larutan borohidrid tanpa penambahan zat penstabil, tampak larutan berwarna abu-abu. Hal ini membuktikan bahwa tanpa zat penstabil, larutan koloid nanopartikel perak menjadi teraglomerasi.

Pada penelitian ini dilakukan penentuan kondisi percobaan sintesis nano perak dengan cara memvariasikan jumlah pereaksi dan zat penstabil yang digunakan. Hasil penentuan kondisi percobaan selengkapannya dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2. Tabel 1 memperlihatkan bahwa penambahan jumlah zat penstabil PAA 1% yang semakin besar menyebabkan ukuran partikel perak yang terbentuk semakin besar pula atau dengan kata lain terjadi aglomerasi. Tampak bahwa penambahan PAA 1% yang optimal pada kondisi percobaan yang dilakukan adalah sebanyak 0,05 ml atau dengan ratio berat Ag/PAA = 10,7. Tabel 2 memperlihatkan penambahan jumlah reduktor pada kondisi percobaan yang dilakukan menyebabkan ukuran partikel yang semakin kecil, hal ini diduga bahwa kelebihan reduktor natrium borohidrida dalam larutan ikut berperan dalam menstabilkan nanopartikel perak yang terbentuk.



**Gambar 1. Larutan Koloid Nanopartikel Perak Hasil Sintesis dengan Metode Reduksi  $\text{AgNO}_3$  dengan Reduktor  $\text{NaBH}_4$**

**Tabel 1. Sintesis Nano Perak dengan Variasi Jumlah Zat Penstabil Poli Asam Akrilat 1%**

Larutan $\text{AgNO}_3$ 0,01 M (mL)	Larutan $\text{NaBH}_4$ 0,002 M (mL)	PAA 1% b/v (mL)	Ukuran partikel Ag rata-rata (nm)
5	30	0,05	71,8
5	30	0,1	91,1
5	30	0,2	958,2

**Tabel 2. Sintesis Nano Perak dengan Variasi Jumlah Zat Reduktor  $\text{NaBH}_4$  0,002M**

Larutan $\text{AgNO}_3$ 0,01 M (mL)	Larutan $\text{NaBH}_4$ 0,002 M (mL)	PAA 1% b/v (mL)	Ukuran partikel Ag rata-rata (nm)
5	10	0,05	97,8
5	20	0,05	84,7
5	30	0,05	71,8
5	40	0,05	68,4
5	50	0,05	58,6
5	75	0,05	48,3
5	95	0,05	38,0

**Tabel 3. Sintesis Nanopartikel Perak dengan Variasi Jumlah Zat Penstabil PVP 17 %**

Larutan $\text{AgNO}_3$ 0,01 M (mL)	Larutan $\text{NaBH}_4$ 0,002 M (mL)	PVP 17% b/v (mL)	Ukuran partikel Ag rata-rata (nm)
5	30	0,05	164,1
5	30	0,10	112,0
5	30	0,15	105,0
5	30	0,20	96,0
5	30	0,25	111,8

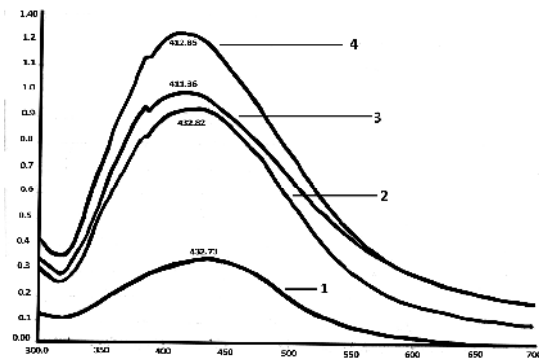
Hasil sintesis larutan nanopartikel perak dengan menggunakan zat penstabil polivinil pirolidon (PVP) 17% b/v dapat dilihat pada Tabel 3. Tampak bahwa ukuran partikel perak yang terbentuk pada kondisi percobaan yang dilakukan berkisar antara 96,0 – 164,1 nm. Jika dibandingkan antara kedua zat penstabil PAA dengan PVP, maka kemampuan zat penstabil PAA dalam menstabilkan nanopartikel perak relatif lebih baik dibandingkan dengan PVP dimana nanopartikel perak yang terstabilkan di bawah 90 nm.

#### Sifat dan kestabilan koloid nanopartikel perak

Spektrum serapan sinar *UV-vis* memiliki urgensi dalam menjelaskan terbentuknya nanopartikel perak. Larutan koloid nanopartikel perak memberikan puncak absorpsi pada panjang gelombang di sekitar 400 nm yang menunjukkan puncak serapan permukaan *plasmon* khas nanopartikel perak. Plasmon adalah sifat eksitasi kolektif konduksi elektron pada suatu logam [9,10]. Hasil pengukuran larutan koloid partikel nano perak pada daerah panjang gelombang 300 – 700 nm ditunjukkan pada Gambar 2. Tampak bahwa larutan koloid perak memperlihatkan puncak serapan pada panjang gelombang berkisar 411,4 – 432,7 nm. Hal ini menunjukkan kesesuaian dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa larutan koloid nanopartikel hasil sintesis terbukti merupakan larutan koloid dengan ukuran berskala nanometer.

Untuk mengetahui kestabilan koloid nanopartikel perak hasil sintesis, maka dilakukan pengukuran spektrum serapan menggunakan

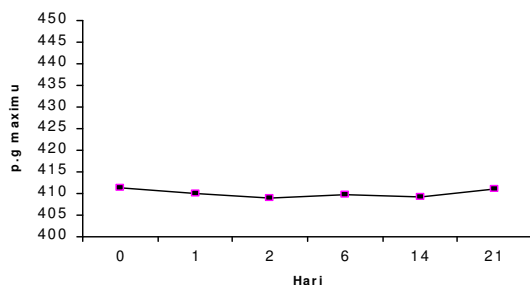
spektrofotometer UV-Vis berdasarkan fungsi waktu. Kestabilan larutan koloid nanopartikel perak dapat diketahui dari terjadinya perubahan puncak serapannya. Jika terjadi pergeseran puncak serapan ke panjang gelombang yang lebih besar menunjukkan bahwa kestabilan larutan koloid nano perak rendah dikarenakan telah terjadi peristiwa aglomerasi. Hasil penentuan kestabilan larutan koloid nano partikel hasil sintesis dapat dilihat pada Gambar 3.



Keterangan :

- [1] 10 ml lar.  $\text{NaBH}_4$  0,002 M [3] 30 ml lar.  $\text{NaBH}_4$  0,002 M  
[2] 20 ml lar.  $\text{NaBH}_4$  0,002 M [4] 40 ml lar.  $\text{NaBH}_4$  0,002 M

**Gambar 2. Panjang Gelombang Larutan Suspensi Nanopartikel Ag**  
(5 ml Larutan  $\text{AgNO}_3$  0,01M; Variasi Volume Larutan  $\text{NaBH}_4$  0,002M; 0,05 ml Larutan PAA 1% )

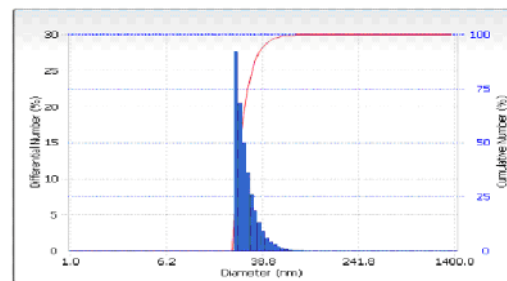


**Gambar 3. Spektrum Serapan Sinar UV-Vis Larutan Koloid Nanopartikel Perak Hasil Sintesis setelah Periode Waktu Hingga 3 Minggu**

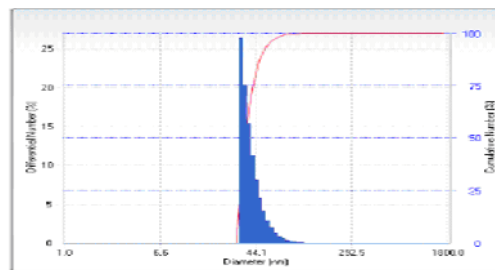
Grafik pada Gambar 3 merupakan hasil pengukuran larutan koloid nanopartikel perak dari hasil reaksi antara 5 ml larutan perak nitrat 0,01M dengan 30 ml larutan natrium borohidrid 0,002 M serta penambahan 0,05 ml zat penstabil asam poli akrilat (PAA) 1 % hingga periode waktu 3 minggu. Tampak bahwa perubahan puncak panjang gelombang yang terjadi tidak signifikan dimana puncak serapan berkisar diantara 410 – 412 nm. Keadaan ini menunjukkan bahwa larutan koloid hasil sintesis relatif cukup stabil. Penggunaan zat penstabil PAA cukup berhasil dalam menstabilkan koloid nano perak dikarenakan PAA yang cenderung bermuatan negatif teradsorpsi oleh nanopartikel perak, sehingga menimbulkan gaya tolak menolak diantara partikel perak dan mencegah terjadinya proses aglomerasi.

### Karakteristik Nanopartikel Perak

Penentuan ukuran nanopartikel perak serta distribusinya dilakukan dengan menggunakan PSA dan SEM. Hasil penentuan distribusi ukuran partikel perak menggunakan PSA dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5. Pada Gambar 4 memperlihatkan distribusi ukuran partikel perak hasil sintesis menggunakan zat penstabil PAA. Ukuran nanopartikel perak terdistribusi antara 23 – 86 nm dengan ukuran rata-rata 71,8 nm dengan nilai *polydispersity index* (PI) 0,293. Sedangkan Gambar 5 memperlihatkan distribusi nanopartikel perak hasil sintesis menggunakan zat penstabil PVP, di mana ukuran partikel perak terdistribusi di antara 40 – 164 nm dengan ukuran rata-rata 96,0 nm dan nilai *polydispersity index* (PI) 0,245. Tampak bahwa penggunaan stabilizer PAA dapat menghasilkan ukuran partikel perak lebih kecil dibandingkan dengan PVP.



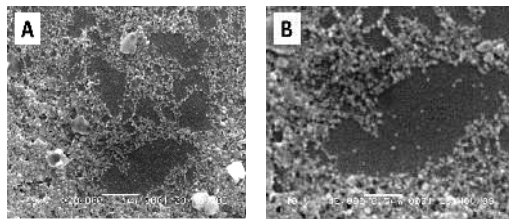
**Gambar 4. Distribusi Ukuran Nanopartikel Perak Hasil Sintesis**  
(5 ml  $\text{AgNO}_3$  0,01M, 30 ml  $\text{NaBH}_4$  0,002M, 0,05 ml PAA 1%)



**Gambar 5. Distribusi Ukuran Nanopartikel Perak Hasil Sintesis**  
(5 ml  $\text{AgNO}_3$  0,01M, 30 ml  $\text{NaBH}_4$  0,002M, 0,05 ml PVP 17%)

Karakterisasi partikel perak hasil sintesis lainnya dilakukan dengan menggunakan SEM pada perbesaran 10.000 – 20.000 X. Preparasi sampel dilakukan dengan cara menguapkan larutan koloid nanopartikel perak di atas aluminium foil pada temperatur 50°C – 60°C, sehingga terbentuk sebuah film tipis di atas aluminium foil tersebut. Hasil pengukuran SEM dapat dilihat pada Gambar 6. Pada Gambar 6-a (pembesaran 10.000 X) tampak sebagian besar partikel perak tersebar sehingga cukup baik untuk diamati dan diperkirakan ukuran partikelnya, sedangkan sebagian lagi yang terdapat pada bagian tepi tampak partikel perak terlihat lebih tebal sebagai akibat tidak meratanya film yang terbentuk.

Pengamatan pada perbesaran 20.000 X (Gambar 6-b) memperlihatkan morfologi sebaran partikel perak yang lebih jelas sehingga cukup memungkinkan untuk penentuan diameter partikel yang terbentuk. Menurut penentuan secara manual ukuran partikel perak tersebut berukuran kurang dari 100 nm.



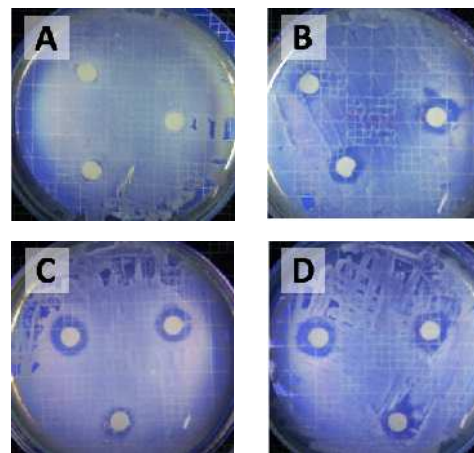
**Gambar 6. Foto Nanopartikel Perak Hasil Sintesis Menggunakan SEM**  
(a) Perbesaran 10.000 X dan (b) Perbesaran 20.000 X

#### Uji Aktivitas Antimikroba Nanopartikel Perak

Pengujian aktivitas antimikroba larutan koloid nanopartikel perak dilakukan sesuai dengan metode standard AATCC 147-1998. Uji ini bersifat kualitatif dengan cara mengevaluasi seberapa lebar zona bening media bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* yang terjadi setelah kontak permukaan dengan cakram kertas yang sebelumnya telah dibasahi dengan larutan koloid nanopartikel perak dengan beberapa variasi pengenceran. Hasil uji kualitatif aktivitas antimikroba partikel nano perak dapat dilihat pada Gambar 7. Pada Gambar 7 tersebut menunjukkan bahwa larutan koloid nanopartikel perak memperlihatkan aktivitas inhibisi terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dengan terbentuknya zona bening pada media agar yang mengandung bakteri tersebut, sekalipun telah mengalami pengenceran hingga 25%. Ukuran zona bening yang terbentuk menunjukkan kekuatan daya hambat nanopartikel perak. Semakin lebar zona bening yang ditimbulkan menunjukkan semakin kuatnya daya hambat senyawa tersebut terhadap pertumbuhan bakteri. Lebar zona bening yang terbentuk hasil percobaan ditampilkan pada Tabel 4. Dari Tabel tersebut diketahui bahwa nanopartikel perak memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri, dan *Staphylococcus aureus* 30% lebih kuat dibanding daya hambat terhadap bakteri *Escherichia coli*.

**Tabel 4. Lebar Zona Bening yang Ditimbulkan Senyawa Uji terhadap Pertumbuhan Bakteri**

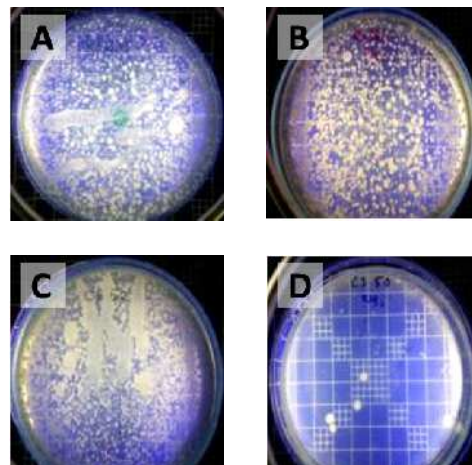
No	% Kadar larutan koloid Ag setelah pengenceran	Diameter zona bening (mm)	
		<i>Staphylococcus Aureus</i>	<i>Escherichia Coli</i>
1	Kontrol	0	0
2	25 %	10.75	8
3	50 %	16	11.75
4	100 % (lar. Induk)	23	17



[A] Kontrol berupa media pereaksi nanopartikel perak.  
[B] Kadar nano perak 25%.  
[C] Kadar nano perak 50%.  
[D] Kadar nano perak 100% (larutan induk)

#### Gambar 7. Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Perak terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*

Uji aktivitas antimikroba secara kuantitatif dilakukan mengikuti standard uji AATCC 100-1999. Pada dasarnya cara uji ini menentukan atau menghitung persentase reduksi bakteri (% R). %R merupakan perbandingan jumlah bakteri yang dikontakkan dengan sampel kain yang telah dicelupkan ke dalam larutan koloid nanopartikel perak hasil sintesis jam ke-0 terhadap jumlah bakteri setelah diinkubasi selama 24 jam. Hasil pengujian antimikroba diperlihatkan pada Gambar 8. Jenis kain yang dicoba pada penelitian ini adalah kain kapas 100% dan campuran polyester dan kapas, T/C 35/65.



[A] Kain kontrol, 0 jam  
[B] Kain kontrol, 24 jam  
[C] Kain kapas, 0 jam  
[D] Kain kapas, 24 jam

#### Gambar 8. Uji Kuantitatif Antimikroba Kain yang Mengalami Perlakuan dengan Nanopartikel Perak



% R dihitung berdasarkan rumus:  $R = 100 (B - A)/B$ , di mana  $R = \%$  reduksi pertumbuhan bakteri,  $A =$  Jumlah bakteri yang tumbuh pada sampel kain, setelah diinkubasi selama 24 jam,  $B =$  Jumlah bakteri yang tumbuh pada sampel kain tanpa diinkubasi. Hasil penentuan % R dari dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil percobaan menunjukkan bahwa sampel kain yang telah mengalami perlakuan dengan nanopartikel perak hasil sintesis dapat mereduksi bakteri hingga di atas 99 %.

**Tabel 5. Nilai % R Uji Antimikroba Nanopartikel Perak Hasil Sintesis**

Jenis sampel kain	Jumlah bakteri						% R
	Inkubasi, 0 jam			Inkubasi, 24 jam			
	1	2	Rata-rata	1	2	Rata-rata	
Kontrol	650,000	670,000	660,000	630,000	650,000	640,000	3.03
Kapas	675,000	635,000	655,000	4,000	5,000	4,500	99.31
T/C	650,000	660,000	655,000	4,000	2,000	3,000	99.54

Keterangan: kontrol adalah kain tanpa perlakuan dengan nanopartikel perak

## KESIMPULAN

Sintesis nanopartikel perak dengan cara mereduksi *precursor* perak nitrat dengan natrium borohidrida dan penstabil asam poli akrilat (PAA) telah berhasil dilakukan dengan menghasilkan ukuran rata-rata partikel perak 71,8 nm. Pada kondisi optimum (ratio berat Ag/PAA = 10,7), asam poli akrilat (PAA) dapat berfungsi dengan baik sebagai zat penstabil koloid nanopartikel perak. Larutan koloid nanopartikel perak hasil sintesis memperlihatkan kemampuan antimikroba, di mana daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ditemukan 30% lebih kuat dibanding terhadap bakteri *Escherichia coli*. Pada uji kuantitatif aktivitas antimikroba, larutan koloid nanopartikel hasil sintesis mempunyai nilai persentase reduksi bakteri hingga di atas 99 %.

## SARAN

Hasil penelitian ini perlu dilanjutkan pada tahapan selanjutnya, yaitu aplikasi nanopartikel perak untuk menimbulkan sifat antimikroba pada bahan tekstil. Hal penting yang perlu ditentukan adalah penggunaan jenis binder yang cocok, sehingga bahan tekstil yang telah mengalami proses perlakuan dengan nanopartikel perak mempunyai keawetan (*durability*) yang baik sesuai persyaratan mutu tekstil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Qian L., Hineztroza J.P., Application of Nanotechnology for High Performance Textiles, *Journal of Textile and Apparel Technology and Management*, 2004, 4, 1, 1-7.
- Jans W., Antimicrobial Finish with Silver, *Melliand International World Textile Journal*, 2007, 3, 254-255.
- Lee H.J., Jeong S.H., Bacteriostasis of Nanosized Colloidal Silver on Polyester Nonwovens, *Textile Research Journal*, 2004, 74, 5, 442 - 447.
- Gao Y., Cranston R., Recent Advances in Antimicrobial Treatment of Textiles, *Textile Research Journal*, 2008, 78, 1, 60-72.
- Nersisyan H.H et al, A New and Effective Chemical Reduction Method for Preparation of Nanosized Silver Powder and Colloid Dispersion, *Material Research Bulletin*, 2003, 38, 949-956.
- Lu Y.C., Chou K.S., A Simple and Effective Route for Synthesis of Nano Silver Colloidal Dispersions, *Journal of The Chinese Institute of Chemical Engineers*, 2008, 39, 673-678.
- Nisaratanaporn E., Wongsuwan K., Preparation of Ultrafine Silver Powder Using Glycerol as Reducing Agent, *Journal of Metals Material and Mineral*, 2008, 18(2), 1-5.
- Chou K.S., Lai Y.S, Effect Polyvinyl pyrrolidone Molecular Weights on The Formation of Nanosized Silver Colloids, *Materials Chemistry and Physics*, 2004, 83, 82-88.
- Xie Y., Ye R., Synthesis of Silver Nanoparticle in Reverse Micelles Stabilized by Natural Biosurfactant, *Colloids and Surface*, 2006, 279, 175-178.
- Sileikaite A. et al, Analysis of Silver Nanoparticles Produced by Chemical Reduction of Silver Salt Solution, *Material Science (Medziagotyra)*, 2006, 12, 4, 287-291.
- AATCC Test Method 100-1999, Antibacterial Finishes on Textile Materials, AATCC Technical Manual, 2004.
- AATCC Test Method 147-1998, Antibacterial Activity Assessment of Textile Materials, AATCC Technical Manual, 2004.